Mikroskopische Untersuchungen

über

psammitische Gesteine.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

philosophischen Facultät der Universität

Leipzig

vorgelegt von

Gustav Klemm

aus Dresden.

Berlin 1883.

Druck von J. F. Starcke.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545804_0032

Mikroskopische Untersuchungen über psammitische Gesteine.

Schon bei makroskopischer Betrachtung der psammitischen Gesteine erkennt man, dass sie aus variablen Mengen eckiger oder gerundeter Fragmente verschiedener Mineralien und aus einer dichten Masse, welche jene an sich zusammenhangslosen Elemente zu einem Gesteine verbindet, dem Cäment, bestehen. Aber sowohl die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der klastischen Elemente als auch die Structur und die mineralogische Zusammensetzung des Cämentes können in den meisten Fällen erst mit Hülfe des Mikroskops erkannt werden.

Es soll nun im Folgenden versucht werden, die Resultate darzulegen, welche die mikroskopische Untersuchung von ca. 150 psammitischen Gesteinen ergab. Das Material zu seiner Arbeit verdankt der Verfasser theils dem mineralogischen Museum der Universität Leipzig, theils den geologischen Landesanstalten Sachsens und Bayerns, theils sammelte er es selbst, oder er erhielt von verschiedenen Seiten Gesteine oder Dünnschliffe zur Untersuchung freundlichst überlassen. Allen denen, welche sein Vorhaben in einer dieser Weisen unterstützten, fühlt sich der Verfasser gedrungen, hier seinen aufrichtigen Dank auszusprechen, vor Allen seinen hochverehrten Lehrern, den Herren Zirkel und Credner in Leipzig.

I. Klastische (allothigene) [1]) Gemengtheile.

Die bei der Zertrümmerung der primären Gesteine von einander getrennten Gemengtheile derselben liefern, nachdem sie mehr oder weniger bedeutende Gestalts- und Substanzveränderungen erlitten haben, oft weit entfernt von ihrem Bildungsorte das klastische Material der secundären Gesteine. Die Grösse der Veränderungen, denen ein aus dem Zusammenhange mit dem Muttergesteine losgerissenes Mineralkorn unterworfen wird, ehe es als allothigener Gemengtheil eines klasti-

[1]) Kalkowsky, Ueber die Erforschung der archäischen Formationen, Neues Jahrbuch 1880.

schen Gesteines einen Ruhepunkt findet, hängt in erster Linie von der Art, namentlich der Schnelligkeit des Transportes, von der Länge des zurückgelegten Weges und von der Grösse und Härte des Kornes ab.

Unter den geologischen Transportmitteln besitzt im Allgemeinen der Wind die grösste Geschwindigkeit; demzufolge zeigen die Körner derjenigen Sande, welche seinen Einwirkungen vornehmlich ausgesetzt sind, der Wüsten- und Dünensande, die stärkste Abrollung, wie dies Sorby [1]) und Phillips [2]) nachgewiesen haben.

Bei der Fortbewegung im Wasser werden solche Mineraltheilchen, welche eine gewisse Grösse nicht überschreiten, von der Strömung nicht gerollt, sondern bleiben suspendirt, so dass solche kleine Mineralfragmente ihre eckige Gestalt beibehalten.

Bei dem Transport durch Eis bleibt ebenfalls ein grosser Theil der klastischen Körner eckig, während ein anderer sehr starke Formveränderungen erfährt.

Von grossem Einflusse auf die Gestaltung der klastischen Körner ist ferner ihre chemische Zusammensetzung. Solche, die leicht zur Zersetzung neigen, wie z. B. Feldspath, Augit, Hornblende, laufen natürlich weit eher Gefahr, ihre früheren Umrisse zu verlienen als der gegen chemische Einflüsse so ungemein widerstandsfähige Quarz. Auch tritt selbsvertständlich beim Transport in sauerstoff- und kohlensäurehaltigem Wasser Zersetzung leichter ein, als da, wo sich die klastischen Körner während desselben im Allgemeinen im Trocknen befinden.

Ausser von diesen verschiedenen Factoren hängt offenbar die definitive Gestalt eines klastischen Kornes noch von der Form ab, die es als Gemengtheil eines primären Gesteines besass.

Bekanntlich zeigen auch diese im Dünnschliffe durchaus nicht immer regelmässige Umgrenzung, so dass man aus dem Mangel geradliniger Contouren an einem Mineralkorne, das sich in einem klastischen Gesteine findet, noch nicht auf klastische Natur desselben schliessen darf. Immerhin aber ergeben die Durchschnitte nichtklastischer Gesteinselemente weit einfachere Curven als die solcher Mineralindividuen, welche sich nicht mehr auf primärer Lagerstätte befinden.

Diese letzteren enthalten nämlich fast stets auf ihrer Oberfläche eine grosse Anzahl von Vertiefungen, welche beim Auf- und Abbewegen der Mikrometerschraube den Eindruck

---

[1]) On the structure and origin of non calcareous stratif. rocks. Quart. journ. geol. soc. 1880.

[2]) On the constitution and history of grits and sandstones. Quart. journ. geol. soc. 1881.

im Beschauer hervorrufen, als wäre in das betreffende Korn mit einer Säge kreuz und quer eine Menge rauher Furchen gerissen worden. Der Totaleindruck, den eine solche klastische Contour hervorruft, wird jedoch durch diese, namentlich bei ca. × 200 lin. deutlich hervortretenden Vertiefungen wenig beeinflusst. Diese sind als Spuren der Zusammenstösse zu betrachten, welche das klastische Korn unterwegs mit anderen erfuhr. Sie finden sich am häufigsten an stark gerollten Körnern; aber auch eckige, ja ganz kleine Fragmente, sind nie ganz frei von ihnen.

Der eigenthümliche Anblick, welchen dieselben auf der Oberfläche klastischer Körner erzeugen, tritt am besten in solchen Gesteinen hervor, deren Cäment einen möglichst verschiedenen Brechungsindex von dem jener besitzt; so sieht man sie ausgezeichnet an Quarzen, die in Kalkspath oder in amorpher Kieselsäure liegen. Sehr schön erkennt man sie bei der Untersuchung von Sanden, wenn man nach Sorby's (l. c.) Rath dieselben nicht in Canadabalsam, sondern in Wasser einbettet, oder, wenn man sich Dauerpräparate herstellen will, in Glyceringelatine.

Die oben beschriebene Gestaltung der Oberfläche muss als das sicherste Kriterium für die klastische Natur eines fraglichen Mineralkornes betrachtet werden, namentlich dann, wenn dasselbe sonst in scharf begrenzten Formen aufzutreten pflegt. Jedoch auch in solchen Fällen, in denen die Natur des Cämentes eine scharfe Betrachtung der Oberfläche der Gesteinselemente nicht zulässt, kann man doch oft noch mit Sicherheit aus anderen Erscheinungen über die authigene oder allothigene Natur eines zweifelhaften Kornes sich ein sicheres Urtheil bilden.

So ist es z. B. klar, dass Quarze mit Glaseinschlüssen in einem Sandsteine nicht authigen sein können; ebenso darf man es wohl als sicher annehmen, dass da, wo in einem klastischen Gesteine Quarze mit grossen Flüssigkeitseinschlüssen neben solchen ohne alle Einschlüsse oder neben solchen liegen, deren Masse durch zahllose winzige Flüssigkeitseinschlüsse staubartig getrübt ist, wohl kaum alle diese so verschiedenen Quarze am gleichen Orte gebildet sein können, dass mithin höchstens ein Theil derselben authigen sein kann. Allothigen sind ferner mit grösster Wahrscheinlichkeit diejenigen Körner, die Einschlüsse führen, welche keins der unzweifelhaft authigenen Cämentmineralien in sich birgt, und diejenigen, welche keine Spur der cämentbildenden Mineralien in ihrem Innern enthalten, ausser auf Spalten, die man jedoch, wo sie vorhanden sind, leicht nachweisen kann.

In vielen Fällen wird man, falls in einem klastischen

Gesteine ein und dasselbe Mineral sowohl authigen als allothigen auftritt, die allothigenen Individuen desselben von den authigenen, welche diesen ihren Ursprung durch innige Verwachsung mit anderen cämentbildenden Mineralien oder durch Einschliessung derselben documentiren, durch Vergleichung der Form und der anderen Eigenschaften zu trennen im Stande sein. Ueberhaupt bieten die klastischen Körner oft den Anblick dar, dass sie, „wie fremde Gäste in der übrigen krystallinischen Masse liegen, die ihrerseits wieder die enge Verknüpfung der Gemengtheile deutlich zur Schau trägt.“ [1])

In der im Folgenden zu gebenden Uebersicht über die einzelnen klastischen Mineralien sind nur solche von allgemeiner Verbreitung besprochen; die Reihenfolge in der sie abgehandelt werden, soll ungefähr ihre Bedeutung anzeigen.

Quarz.

Er bildet in den meisten psammitischen Gesteinen unbedingt die Hauptmasse des klastischen Materials. Nur in wenigen Sandsteinen kommen andere allothigene Mineralien ihm an Menge nahe oder gleich; solche Gesteine pflegen dann aber auch ein von dem gewöhnlichen abweichendes Aeussere zu besitzen.

Die charakteristische Beschaffenheit der Oberfläche klastischer Individuen ist namentlich an seinen Körnern vorzüglich zu studiren. Eine andere, allothigenen Quarz von authigenem trennende Erscheinung ist die, dass bei jenem Schnüre und Wolken von Flüssigkeitseinschlüssen erst hart am Rande abschneiden, während sie bei diesem im Allgemeinen beiderseits noch im Innern des Kornes zu endigen pflegen. [2])

In vielen Fällen wird man, wie schon oben angedeutet, die authigenen Quarze von den allothigenen in einem und demselben psammitischen Gesteine durch Vergleichung der Umrisse und der Einschlüsse unschwer zu trennen vermögen.

Beispiele dafür, wie man aus den in klastischen Quarzen sich findenden Einschlüssen und bisweilen auch aus der Gestaltung seiner Körner auf ihre Muttergesteine schliessen kann, finden sich in Sorby's oben citirter Abhandlung, auf welche hier näher einzugehen, leider der Raum verbietet.

---

[1]) Kakowsky, Mikroskoplsche Untersuchung des Glimmertrappes v. Metzdorf, N. Jahrbuch 1875.

[2]) Zirkel, Microscopical petrography of the fortieth parallel rocks pag. 55. — Wichmann, Mikrosk. Untersuchung über die Gesteine des rechtsrheinischen Taunus, Verhandl. des naturf. Vereins der Rheinlande Bd. XXXIV. 1877.

Feldspathe.

Zwar an Menge gegen den Quarz zurücktretend, aber doch jedenfalls nächst ihm der wichtigste Gemengtheil der psammitischen Gesteine, ist der Feldspath in seinen verschiedenen Abarten ein nur selten in einem derselben vermisster Gast. Bisweilen tritt er in solcher Menge auf, dass man von Feldspathsandsteinen, die der Arkose nahestehen, mit Recht sprechen kann.

Die hochgradige Zersetzung, der er in vielen Fällen unterlegen ist, verhindert oft eine sichere Entscheidung darüber, ob Plagioklas oder Orthoklas vorliegt. Im Allgemeinen scheint der erstere häufiger zu sein als der letztere.

Die Contouren der Feldspathkörner ähneln gewöhnlich denen der Quarze; einige trugen jedoch Zacken, die oft ungefähr rechtwinklig erscheinen; dieselben verdanken ihre Entstehung der Spaltbarkeit des Feldspathes nach oP und $\infty P \infty$ resp. $\infty \breve{P} \infty$.

Die Orthoklase sind im Allgemeinen besser als die Plagioklase erhalten; manchmal sind sie noch ganz frisch und zeigen einen adularähnlichen Habitus. Ferner pflegen beim Orthoklas die beiden Spaltungsrichtungen gleichmässiger angedeutet zu sein als beim Plagioklas.

Glimmer.

In vielen Sandsteinen sieht man schon auf den ersten Blick mehr oder weniger zahlreiche Glimmerlamellen, welche bisweilen in solcher Menge auftreten, dass sie dem Gesteine, welches dann Micopsammit heisst, eine deutliche Schieferung verleihen.

Was zunächst die mineralogische Natur der meist schon mit blossem Auge erkennbaren, bisweilen wohl auch für authigen erklärten Lamellen betrifft, so gehören sie zum grossen Theil dem Muscovit an. Der Biotit, der ebenfalls, wie das Mikroskop zeigt, durchaus nicht selten ist, scheins bis jetzt fast ganz in den Psammiten übersehen worden zu sein. Ausser diesen beiden Arten findet man noch verschiedene grünliche oder gelbliche Varietäten, die zum Theil wohl zum Muscovit oder Biotit gehören, oder durch chemische Alterationen aus letzterem hervorgegangen sind, zum Theil aber wohl selbstständigen aber so nicht näher bestimmbaren Arten angehören.

Diese verschiedenen Glimmer haben das Gemeinsame, dass ihre Begrenzungen in der Prismenzone fast ausnahmslos äusserst unregelmässig sind. In derselben, sowie auf den basischen Pinakoïdflächen zeigen sie zahlreiche Vertiefungen oder Schram-

men. Ferner ist während des Transportes der innige Zusammenhang der einzelnen Spaltungslamellen bedeutend gelockert worden. Oft sind sie ganz aufgeblättert, indem klastisches Material sich in sie hineingedrängt hat. Häufig finden sich auch authigene Mineralgebilde, namentlich Carbonate oder Eisenglanztäfelchen parallel oP zwischen den aufgeblätterten Lamellen ausgeschieden. Dies abnorme Verhalten des Glimmers ist natürlich am besten auf solchen Schnitten zu sehen, die senkrecht zu oP orientirt sind. Hier erscheinen die Spaltungsrichtungen durch dicke, schwarze Striche markirt. Sehr oft haben auch die Glimmertafeln durch den Druck, welchen vor und während der Verfestigung der losen klastischen Massen die überlastenden Partieen ausübten, Verbiegungen und Knikkungen, ja sogar Zerbrechungen erfahren; man sieht dann meist ganz deutlich, wie das Glimmerblatt gegen die scharfe Ecke eines anderen klastischen Kornes gedrückt worden ist. Treffend vergleicht Gümbel [1]) die Beschaffenheit vieler klastischer Glimmerlamellen mit der eines aufgedrehten Strickes. Ueberhaupt wird man nur sehr wenige klastische Glimmerlamellen finden, die nicht irgend eine Störung der normalen Beschaffenheit erkennen lassen, und eben hierin liegt das sicherste Unterscheidungsmerkmal zwischen allothigenem und authigenem Glimmer.

Chemische Veränderungen zeigt nur der Biotit, dieser aber dafür auch sehr oft; viele Individuen desselben findet man gebleicht; dabei scheinen sich meist ferritische, schmutzige gelbe oder braune Massen gebildet zu haben, welche in die Nachbarschaft der betreffenden Glimmertafeln infiltrirt zu werden pflegen.

Die Glimmerblättchen erreichen häufig eine relativ ansehnliche Grösse, wohl weil sie das Wasser aus dem bei der Zersetzung der Gesteine sich bildenden Schutte leicht mit sich fortträgt und vor Zerreibung in kleine Theilchen bewahrt.

Eisenerze.

Ueber die mineralogische und genetische Stellung der opaken Eisenerzkörner, die sich sehr häufig als Gemengtheile der Psammite finden, jederzeit ein zutreffendes Urtheil sich zu bilden, ist oft eine sehr schwierige Aufgabe. Denn vielfach haben tiefeingreifende Zersetzungsprocesse sowohl die mineralogischen Kennzeichen als auch die Umrisse der fraglichen Körner so verwischt, dass man nicht weiss, mit welchem Mineral man es zu thun hat, und ob dieselben authigen oder allothigen sind.

[1]) Gümbel, Geognost. Beschreibung des Fichtelgebirges pag. 266 ff.

Ein Theil derselben bestand, wie man jetzt noch sieht, einst aus Titaneisen und ist wohl entschieden allothigen; gewöhnlich hat sich jedoch das opake sammetglänzende Erz in die bekannten Leukoxenmassen umgewandelt, welche durch ihre grauweisse Farbe so leicht erkenntlich sind. In diesen trüben Massen erblickt man ganz unregelmässig begrenzte, im gewöhnlichen Lichte hellgelblich erscheinende pellucide Partieen von Titanitsubstanz [1]), welche sich zwischen gekreuzten Nicols durch grelle Interferenzfarben auszeichnen. Einzelne noch unzersetzte Titaneisenkörner lassen von den für sie sonst so charakteristischen zerhackten Formen jetzt nichts mehr erkennen, sondern sind abgerollt und gerundet. Jene theils frischen, meist jedoch stark verwitterten Titaneisenkörner sind ungemein weit verbreitete Gemengtheile der Sandsteine und finden sich hier und da in ziemlicher Menge vor.

Sehr häufig begegnet man auch in den Dünnschliffen psammitischer Gesteine opaken Massen, die bei abgeblendetem Unterlichte einen ockergelben Schein aussenden. Ob dieselben früher zum Magnetit, zum Eisenglanz oder zum Pyrit gehörten, das ist jetzt freilich nur selten festzustellen; ebensowenig kanu man auch wissen, ob dieselben authigenen oder allothigenen Eisenerzen ihr Dasein verdanken.

Zirkon.

Die klastischen Zirkonkörner lassen in den meisten Fällen noch deutliche Spuren der früheren Krystallflächen wahrnehmen. Gewöhnlich sind sie länglich säulenförmig, seltener rundlich oder unregelmässig eckig gestaltet. Ausser den häufig noch gut erkennbaren Prismen- und Pyramidenflächen zeigen fast alle Körner, auch wenn sie sehr deutliche Spuren von Abrollung tragen, eine feine Schraffirung der Oberfläche, die, im schiefen Winkel gegen die ursprünglichen Prismenkanten verlaufend, dem oscillatorischen Auftreten von Pyramidenflächen ihr Dasein verdankt.

Viele der säulenförmigen Körner tragen ungefähr parallel oP Sprünge; manche sind durch solche in mehrere Theile getrennt. Auch ausser jenen finden sich nicht selten ohne bestimmte krystallographische Orientirung verlaufende Risse, welche in Folge von Totalreflexion schwarz zu erscheinen pflegen.

Die Zirkonkörner sind ziemlich stark pellucid, bisweilen jedoch — wohl in Folge von Zersetzungserscheinungen — etwas trübe, von heller röthlichgrauer Farbe, sehr stark licht-

[1]) Cathrein, Groth's Zeitschr. f. Krystallogr. VI. Bd. pag. 244 ff.

brechend, so dass sie im Dünnschliffe rasch in die Augen fallen; im polarisirten Licht geben sie grelle bunte Interferenzfarben. Ihre Durchschnitte sind von sehr rauher Oberfläche. Wo die Natur des Cämentes dies zulässt, kann man auf ihnen zahlreiche deutliche, klastische Wunden erkennen. Häufig enthalten sie parallel ihrer Hauptaxe oder beliebig eingelagert, schwarz umsäumte rundliche Einschlüsse — wohl solche einer Flüssigkeit — oder solche von der ursprünglichen Form des Wirthes, auch farblose Nadeln und opake Körner.

Der Durchmesser der Zirkone variirt von 0,1—0,05 mm ca.; viele, namentlich eckige Bruchstücke sind jedoch noch bedeutend kleiner.

Der Zirkon fand sich als klastisches Element fast aller der untersuchten Psammite vor; manche Präparate enthielten freilich nur ein oder zwei Körner. In relativ bedeutender Menge war er vorhanden in einem „schwarzen Sandstein (Old red) von Frudhrug in Wales", aus welchem er durch Behandlung mit Fluorwasserstoffsäure isolirt wurde, und in einer „Grauwacke von Wendelstein bei Falkenstein". Obwohl in einigen Gesteinen vom psammitischen Typus äusserst scharf umgrenzte Zirkone beobachtet werden konnten, so ist doch die authigene Natur dieser Körner stark zu bezweifeln.

Rutil.

Nach den Untersuchungen Sauer's [1]) kann es wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, dass dasjenige Mineral, welches von Meyer [2]) und mit diesem noch von Anderen als Zirkon aufgefasst worden war, dem Rutil zuzurechnen ist.

Dasselbe Mineral nun findet sich in der Form säulenartiger oder rundlicher Körner zwar nicht in ganz derselben Verbreitung wie der Zirkon, immerhin aber noch recht häufig als allothigener Gemengtheil klastischer Gesteine. Im Gegensatz zum Zirkon zeigen seine Individuen ziemlich selten Spuren früherer Krystallflächen und namentlich fehlt ihnen die oben geschilderte Schraffirung der Prismenflächen völlig. Die honiggelben oder braunen Körner, die bei abgeblendetem Unterlicht einen halbmetallischen Glanz erkennen lassen, sind nach verschiedenen Richtungen hin von schwarz erscheinenden Sprüngen durchzogen. Sie besitzen starke Lichtbrechung; zwischen gekreuzten Nicols ergeben sie jedoch keine so grellen, bunten Interferenzfarben wie der Zirkon. Eine Umrandung der Körner

[1]) N. Jahrb. 1879. pag. 569; 1880. I. pag. 279.

[2]) Diese Zeitschrift 1878. (Sep.-Abdr. pag. 10).

durch ein leukoxenartiges Mineral konnte nicht bemerkt werden; dagegen enthielten manche in ihrem Innern trübe oder ganz opake Stellen.

Apatit.

Die äusserst scharfen Contouren, welche der Apatit da zeigt, wo er als Gemengtheil krystalliner Gesteine auftritt, besitzen seine klastischen Körner nie. Dieselben sind vielmehr stets abgerundet.

Sie zeichnen sich aus durch starke Lichtbrechung, sind völlig farblos und pellucid und fallen so dem Beobachter schnell auf. Im Centrum führen sie, wie dies der Apatit in den massigen Gesteinen so oft zeigt, häufig ein oder mehrere opake Körner. Die Grösse der klastischen Apatite beträgt meist ca. 0,1 — 0,05 mm. Sie finden sich zwar nicht in allen der vom Verfasser untersuchten Gesteinen, sind aber, wenn auch nur selten in einem Präparat in reichlicher Menge vorhanden, doch ziemlich weit verbreitet. Ihre Anwesenheit in norwegischen Conglomeraten erwähnt Helland. [1])

Um die Anwesenheit des Apatits auch auf chemischem Wege nachzuweisen, behandelte der Verfasser das Pulver eines Sandsteines von Grottland in Schweden, der sich unter dem Mikroskop als ziemlich reich an Apatit erwiesen hatte, mit Salpetersäure. Im Filtrat vermochte er durch molybdänsaures Ammonium die Phosphorsäure deutlich nachzuweisen. Ebenso lassen 5 Analysen verschiedener Sandsteine, die Phillips (l. c.) veröffentlicht, die Gegenwart von Phosphorsäure in den betreffenden Gesteinen erkennen.

Turmalin.

Seiner ziemlich hohen Härte hat es der Turmalin zu verdanken, dass er auch noch als klastisches Element recht deutliche, gut erhaltene Krystallflächen besitzt. Ist doch durch diese gute Erhaltung seiner Krystalle Wichmann [2]) auf die Ansicht gebracht worden, die kleinen Turmalinsäulchen des „Stubensandes" von Teutschenthal bei Halle seien authigen. Bei der Einbettung dieses Sandes in Gliceringelatine jedoch und bei Anwendung starker Vergrösserung erkennt man auf den Flächen der sonst ausserordentlich gut erhaltenen Säulchen zahlreiche Vertiefungen, welche für allothigene Natur derselben sprechen, namentlich da derselbe Sand ziemlich reichlich grös-

[1]) Studier over Konglomerater; Archiv for Naturvidenskab og Mathematik 1880.

[2]) N. Jahrbuch 1880. II. pag. 294 ff.

sere und, wie Wichmann selbst zugiebt, unzweifelhaft klastische Turmalinfragmente enthält.

Im Allgemeinen sind die Querschnitte der Turmalinsäulen abgerundet dreieckig. Wo die Säulen parallel der Ebene des Schliffes liegen, sieht man, dass dieselben meist durch 2 Bruchflächen, die ungefähr rechtwinklig zur Säulenzone verlaufen, begrenzt werden; Endflächen finden sich selten vor; viele der Turmaline sind in situ quer durchgebrochen.

Granat.

Die klastischen Contouren des Granats sind fast stets rundlich. Ihn charakterisiren vor Allem seine einfache Lichtbrechung und seine oft rhombendodekaëdrischen Einschlüsse. Seine Körner, deren Oberfläche sehr rauh ist, sind meist von zahlreichen Sprüngen durchzogen, längs deren sich nicht selten Zersetzungserscheinungen wahrnehmen lassen. Seine Farben sind lichtrötlich oder lichtgelblich; auch finden sich fast farblose Körner.

Die Menge der klastischen Granaten in den Sandsteinen ist gewöhnlich nicht gross. Dennoch ist ihr Auftreten in denselben schon von Phillips [1]) erkannt worden.

Titanit.

In manchen, freilich durchaus nicht in allen Sandsteinen, finden sich gelbe oder bräunliche, bald eckige, bald runde, von zahlreichen Sprüngen durchzogene Körner mit rauher Oberfläche vor. Dieselben sind stark lichtbrechend, schwach pleochroitisch und geben im polarisirten Lichte grelle, bunte Interferenzfarben. Meist sind sie nicht ganz pellucid, sondern mehr oder weniger getrübt. Diese Trübung wird erzeugt durch eine weissliche, in wolkigen Massen auftretende Substanz, welche verschwommen contourirte Theile der ursprünglichen Mineralsubstanz freilässt. Blendet man bei der Untersuchung der in Frage stehenden Körner das Unterlicht ab, so erglänzen die zahlreichen, sie durchziehenden Risse in einem charakteristischen gelben Lichte; die trübe Substanz zeigt dabei eine schmutzig gelbweisse Färbung. Auf Grund dieser Verhältnisse dürfte die Deutung der betreffenden Körner als Titanit vielleicht nicht ungerechtfertigt erscheinen.

Augit und Hornblende.

Dass diese beiden in den krystallinen Gesteinen so weit verbreiteten Mineralien als klastische Elemente der Sandsteine

[1]) Quarterly journ. geol. soc. XXXVII. pag. 6 ff.

sehr selten auftreten, erklärt sich wohl unschwer aus ihrer verhältnissmässig leichten Zersetzbarkeit. Die Formen ihrer klastischen Körner sind meist rundlich. In dem Gestein jedoch, welches die grösste Menge derselben enthält, einer „Grauwacke aus dem Bohrethale", finden sich auch eckige, durch Spaltungssprünge begrenzte Fragmente; auch haben einzelne Augite noch ungefähr ihre achteckige, einzelne Hornblenden ihre sechseckige Umgrenzung in Durchschnitten senkrecht zur Prismenzone sich bewahrt. Sehr häufig zeigen ihre Körner deutliche Zersetzungserscheinungen. Mit grosser Wahrscheinlichkeit wird man wohl viele grünlichgelbe, aggregatpolarisirende Massen, die in allen Punkten mit dem „Viridit" übereinstimmen, und die sich ziemlich häufig in den Sandsteinen vorfinden, als Derivate jener beiden Mineralien betrachten dürfen.

Gesteinsfragmente.

Die Gesteinsfragmente, welche in sehr wechselnden Mengen in den psammitischen Gesteinen auftreten, stammen zum grössten Theil von sedimentären, nur selten von massigen Gesteinen her. Dies zuerst vielleicht befremdliche Beobachtungsresultat findet jedoch in der weit leichteren Zersetzbarkeit der letzteren eine genügende Erklärung. Ist es doch eine längst bekannte, namentlich bei der Betrachtung ganzer Gebirgsmassen, deutlich hervortretende Thatsache, dass die massigen Gesteine, von denen die meisten reich an Feldspath sind und häufig daneben noch so leicht zerstörbare Elemente, wie Augit, Hornblende, Glas und Olivin enthalten, weit mehr dazu disponiren, in ihre einzelnen Gemengtheile zu zerfallen, als so resistente Massen wie Glimmerschiefer, Quarzit, Thonschiefer, Kieselschiefer u. dergl., in denen Quarz und Glimmer dominiren. Ausserdem sind auch die massigen Gesteine vielfach zu grobkörnig, um Gesteinsfragmente für die Psammite liefern zu können; sie ergeben daher für diese Gesteinsgruppe meist nur Gemengtheilfragmente, während sich in conglomeratartigen Gesteinen ja Gerölle massiger Gesteine vielfach vorfinden.

Klastischer Staub.

Unter diesem durch Kalkowsky [1]) eingeführten Namen fasst man diejenigen klastischen Elemente zusammen, die sich durch ihre Kleinheit einer sicheren Bestimmung entziehen. Es sind winzigste Theilchen, die feinsten Producte der mechanischen oder chemischen Zerstörung der Gesteine, welche sich

[1]) Mikrosk. Untersuchungen über den Glimmertrapp von Metzdorf, N. Jahrbuch 1875.

im Cäment und in den Spalten der klastischen Elemente festgesetzt haben, kaolinige Partikelchen, kleinste Quarzsplitterchen und Glimmerfetzen, Kohlenstäubchen und namentlich häufig gelbe oder braune trübe Ferrittheilchen, die in der Form ganz unregelmässig gestalteter Blättchen oder bakterienähnlicher Stäbchen erscheinen. Diese letzteren sind jedenfalls zum grossen Theil Zersetzungsproducte klastischer Mineralien; im Verein mit den anderen oben erwähnten mehr oder weniger gut qualificirbaren Theilchen bedingen sie häufig, wenn sie in grosser Menge auftreten, die Färbung der Gesteine und verhüllen unter dem Mikroskop wie ein trüber Schleier die Structur des Ganzen.

Anmerkung. Die auf pag. 3 der oben citirten Abhandlung Meyer's über Gotthardgesteine erwähnten blauen Körnchen fanden sich auch in sämmtlichen vom Verfasser untersuchten Gesteinen vor. Jene Körnchen aber liegen, wie dies eine scharfe Einstellung zeigt, nie im Gestein, sondern stets über oder unter ihm im Canadabalsam. Dieselben sind auch nicht anorganischer Natur, sondern höchstwahrscheinlich Indigokörnchen, die aus dem Indican des Handschweisses stammen, und bei den Operationen des Schleifens und Präparirens sich an der rauhen Oberfläche der Schliffe festsetzen und so in den Balsam gelangen.

II. Authigene Gemengtheile.

Die authigenen Gemengtheile der Psammite sind es, welche die an sich jedes Zusammenhaltes entbehrenden klastischen Elemente verkitten, und so erst aus ihnen ein mehr oder weniger festes Gestein schaffen. Ihre Menge im Vergleich zu derjenigen der klastischen Elemente ist sehr variabel. Während auf der einen Seite Sandsteine mit sehr geringen Mengen authigener Substanzen stehen, sehen wir auf der anderen Seite bisweilen aus jenen solche Gesteine hervorgehen, in welcher diese entschieden dominirt, während die klastischen Körner stark zurücktreten, ja bisweilen nur wie versprengte Fremdlinge in dem sonst authigenen Gesteine liegen. Es ist klar, dass durch dies verschiedene Verhalten der authigenen Substanz auch verschiedene Ausbildungsweisen der Sandsteine hervorgebracht werden.

Die wichtigeren dieser Mineralien, welche entweder für sich allein oder in Combination mit einander oder mit klastischen Elementen das Cäment der Psammite bilden, dessen verschiedene Formen weiter unten besprochen werden sollen, mögen im Folgenden eine kurze Beschreibung finden.

Kieselsäure.

Sie findet sich in authigenem Zustande als gemeiner Quarz, als Opal und als Chalcedon.

Unter diesen drei Modificationen besitzt jedoch nur der Quarz eine allgemeine Verbreitung und zwar wiederum in zwei verschiedenen Ausbildungsweisen.

Bald hat er sich auf klastischen Körnern von Quarz — aber auch nur auf solchen — in übereinstimmender krystallographischer Orientirung niedergeschlagen und sucht dieselben zu vollkommenen Krystallen zu ergänzen, bald tritt er in Gestalt eines Aggregates meist unregelmässig contourirter Körner in selbstständiger Orientirung zwischen den klastischen Elementen auf. Im ersten Falle ist seine Substanz meist sehr rein. Nur selten finden sich in ihr fremde authigene Mineralien, aber nie Flüssigkeitseinschlüsse.

Authigenen Opal führte unter den vom Verfasser bearbeiteten Sandsteinen nur eine Gruppe von Braunkohlensandsteinen aus dem Siebengebirge (Wintermühlenhof und Quegstein). Dieselben sind harte, graue oder braune Gesteine, welche bisweilen einen conglomeratartigen Habitus annehmen. Die Structur des Opalcämentes erinnert im Dünnschliff an das Aussehen, welches viele Achate bei makroskopischer Betrachtung zeigen; wurstähnliche, vielfach gewundene, selten gezackte Lagen umziehen die klastischen Körner, bisweilen Hohlräume offen lassend, welche durch sanftwellige Flächen begrenzt werden. Die einzelnen Lagen sind scharf gegeneinander abgegrenzt. Die Opalsubstanz erscheint unter dem Mikroskop an sich farblos, enthält jedoch variable Mengen von Ferrit und klastischem Staub, welche die Färbung des Cämentes hervorrufen. Am Rande erscheinen die klastischen Quarze meist von einer helleren Cämentzone umzogen, eine Erscheinung, welche sich jedoch dadurch erklärt, dass dicht am Rande der Quarzkörner, wegen der gewöhnlich schräg gegen die Oberfläche des Schliffes verlaufenden Seitenflächen derselben, das Cäment hier eine keilförmige, also hellere Lage bildet. An den meisten Stellen ist es völlig isotrop, zeigt jedoch ab und zu da, wo zwei Cämentschichten einander berühren, oder an den Wänden der oben erwähnten Hohlräume wahrscheinlich durch eine bei seiner Verfestigung entstandene Oberflächenspannung hervorgerufene Doppelbrechungserscheinungen. Ferner bemerkt man auch dicht um den Rand mancher klastischen Körner und an der Oberfläche der Wandungen einzelner Hohlräume ein Mosaik von winzigen, eckigen, doppelbrechenden Körnchen. In einigen Präparaten fanden sich auch gewisse Cämentschichten, die senkrecht zu ihren Rändern eine äusserst feine, namentlich gut

im polarisirten Licht zu beobachtende Streifung erkennen liessen. Zwischen gekreuzten Nicols brechen diese ebenfalls doppelt.

In einem sehr harten, feinkörnigen, isabellgelben Tertiärsandsteine von Butte d'Aumont bei Paris wird das Cäment durch Chalcedon gebildet.

Die im gewöhnlichen Lichte anscheinend structurlose Masse zeigt hier und da geschichteten Aufbau. Im polarisirten Licht wirkt sie deutlich aggregatpolarisirend, und zwar sieht man an vielen Stellen, dass sie aus feinen, normal zu den klastischen Körnern verlaufenden Fasern besteht. In der Mitte solcher Cämentpartieen, welche grössere Räume zwischen mehreren klastischen Körnern erfüllen, tritt dagegen eine wirre, mosaikartige Structur derselben hervor. Ein von Canadabalsam gänzlich befreiter dünner Schliff, der längere Zeit mit heisser, concentrirter Salzsäure behandelt worden war, zeigte keinerlei Veränderung. In ganz dünnen Präparaten war der Chalcedon völlig farblos; die gelbe Farbe, welche das Gestein besitzt, verdankt es dem unter dem Mikroskop in reichlicher Menge nachweisbaren Ferrit und klastischen Staube. Um die klastischen Elemente herum zieht sich wie bei den Sandsteinen von Quegstein anscheinend eine hellere Cämentzone. Anger [1]) erklärte das Cäment dieses Sandsteines für Eisencarbonat und giebt an, dass dasselbe in Salzsäure löslich sei. Da offenbar sowohl Anger als der Verfasser vorliegender Arbeit dasselbe Gestein bei ihrer Untersuchung vor sich hatten, so ist jene Angabe Anger's nur durch eine Verwechselung zu erklären.

Glimmer.

Der authigene Muscovit psammitischer Gesteine ist bisweilen, wie schon Kalkowsky (Glimmertrapp von Metzdorf) hervorhebt, ziemlich schwer von deren authigenem zu trennen. Der Hauptunterschied beider wird, wie schon oben angedeutet, durch die verschiedene Beschaffenheit der Spaltungsflächen und die verschiedenen Cohäsionsverhältnisse der Lamellen bedingt.

Während nämlich der klastische Muscovit durch die vielen mechanischen Einwirkungen, welche er erlitt, fast stets Biegungen und Knickungen oder gar Zerbrechungen erfahren hat, und während der Zusammenhalt seiner einzelnen Spaltungslamellen so bedeutend gestört ist, dass die Spaltungsrichtung durch dicke, schwarze Striche markirt wird, findet man diese beim authigenen nur durch eine feine Streifung angedeutet.

---

[1]) Studien über klastische Gesteine; Tschermak's mineralog. Mitth. 1875. pag. 154.

Ferner sind bei diesem — und hierin kann der Verfasser mit Kalkowsky nicht übereinstimmen — die Spaltungs- d. h. basischen Pinakoïdflächen fast stets ganz gerade und nur selten schwach gebogen. Da, wo sich ein fremdes Mineralkorn im authigenen Muscovit findet, verlaufen die Spaltungslinien des letzteren vollkommen gerade bis zum Rande des Einschlusses, um auf der anderen Seite desselben völlig ungestört in der alten Richtung fortzuziehen. Wo wir jedoch im klastischen Muscovit ein fremdes Mineralkorn das nicht schon bei seiner Entstehung in ihm eingeschlossen ward — finden, da sehen wir, wie dies stets die Spaltungslamellen auseinandergedrängt und in ihrem Parallelismus gestört hat, resp. wie es sich zwischen den auseinandergedrängten Lamellen angesiedelt hat. Sehr treffend charakterisirt Kalkowsky das verschiedene Verhalten, welches der Muscovit je nach seiner authigenen oder allothigenen Natur im polarisirten Lichte zeigt. Die Contouren der authigenen Muscovite sind in der Prismenzone gewöhnlich sehr unregelmässig; oft sinkt er zu Individuen von sehr kleinen Dimensionen herab.

Von dem authigenen Biotit gilt im Allgemeinen das hier vom Muscovit Gesagte. Was jedoch seine Gestalt anbetrifft, so ist zu bemerken, dass er bisweilen auch in der Prismenzone scharfe Krystallcontouren aufzuweisen hat.

Ausser den beiden hier besprochenen Glimmern finden wir noch in den psammitischen Gesteinen eine Reihe von Mineralien, die ihren physikalischen Eigenschaften nach wohl zu den Glimmern gehören dürften, die man aber in vielen Fällen nicht mit einem bekannten Gliede der Glimmerfamilie zu identificiren vermag. Die in Frage stehenden Gebilde erscheinen in Gestalt feiner, bald ovaler, bald länglicher oder nadelförmiger Blättchen. Krystallcontouren sind häufig an ihnen gar nicht zu bemerken. Sehr charakteristisch ist ihr Verhalten gegen die Lösung eines Farbstoffes, z. B. von Fuchsin. Wenn man nämlich einen Dünnschliff, welcher Glimmer oder die in Rede stehenden Mineralien enthält, durch Behandeln mit Aether oder Chloroform und hierauf mit starkem Alkohol völlig von Canadabalsam befreit, und ihn dann in eine mässig concentrirte Fuchsinlösung bringt, so sieht man nach dem Abwaschen des Präparates und nach erfolgter Einbettung desselben, dass sowohl die Glimmerlamellen als auch die fraglichen Blättchen oder Nädelchen intensiv roth gefärbt sind. Diese Färbung rührt davon her, dass das Fuchsin von den zahlreichen feinsten Spältchen jener Lamellen aufgesaugt wurde und so hartnäckig durch Capillarität festgehalten wird, dass selbst andauerndes Auswaschen mit Wasser es nicht zu entfernen vermag. Natürlich giebt die hier beschriebene Erscheinung über die mine-

ralogische Natur der betreffenden Individuen keinen genügenden Aufschluss; sie belehrt uns nur darüber, dass sie zahlreiche Spältchen enthalten. Diese Spältchen nun sind, wie aus einer feinen Streifung hervorgeht, welche auf jenen Blättchen in gewissen Stellungen erscheint, einander parallel. Das optische Verhalten derselben aber zeigt, dass jene Spalten einer Ebene parallel liegen, in deren Normale nur eine schwache oder gar keine Doppelbrechung stattfindet. Denn nur diejenigen Lamellen lassen dies erkennen, an denen keine Streifung erkennbar ist, während in letzterem Falle die betreffenden Blättchen meist grelle, bunte Interferenzfarben im polarisirten Licht ergeben. So kommen wir zu der Ansicht, dass unsere Blättchen entweder nur eine optische Axe besitzen oder zwei, die aber nur einen kleinen Winkel miteinander bilden. Diese Eigenschaft, sowie ihre vorzügliche monotome Spaltbarkeit nach oP lassen vielleicht ihre Einreihung in die Glimmerfamilie einigermaassen gerechtfertigt erscheinen, namentlich da auch ihre übrigen Eigenschaften nicht gegen diese Annahme streiten.

Die Farben der betreffen Lamellen sind meist sehr licht, hellgrün oder hellgelb; viele sind auch ganz farblos. Hieraus ist es auch zu erklären, dass sie, wenn überhaupt, nur einen sehr schwachen Pleochroismus besitzen.

Namentlich haben die gelblichen Blättchen häufig eine Zersetzung erfahren, bei der gelber oder brauner Ferrit sich ausgeschieden hat. Bisweilen ist dieser Process so weit vorgeschritten, dass nunmehr nur noch eine braungelbe Ferritmasse vorliegt, welche durch ihre Structur, indem man die früheren Umrisse der einzelnen Blättchen oft noch ziemlich gut erkennen kann, ihren pseudomorphen Ursprung deutlich verräth, so z. B. in einer „Grauwacke“ von Coschütz bei Elsterberg im Voigtlande.

Säuren sind meist ohne Einwirkung auf die fraglichen Substanzen; nur bisweilen bewirken sie eine Bleichung der gelben oder grünen Farbe. Zu eingehenderen chemischen Untersuchungen mangelte leider dem Verfasser Zeit und Gelegenheit.

Vielleicht darf man dennoch die farblosen Lamellen in die Nähe des Muscovits stellen, andere von grünlicher Farbe, welche äusserst fein gestreift sind, zum Sericit rechnen. Nicht selten findet sich auch unter den hier zusammengefassten Mineralien ein grünliches, in's Gelbliche schimmernd, das mit dem Viridit der Diabase sowohl in seinen optischen als auch sonstigen Eigenschaften grosse Aehnlichkeit besitzt, und deshalb fortan als „Viridit“ bezeichnet werden mag.

Glaukonit.

Er ist, wie Anger (l. c. pag. 157) richtig hervorhebt, nicht amorph, sondern aus zahllosen feinsten Blättchen zusammengesetzt, und zeigt im polarisirten Lichte deutliche Aggregatpolarisation. Er bildet unbestimmt, meist rundlich, geformte Körner oder füllt die Hohlräume zwischen mehreren klastischen Körnern aus. In der Form von Foraminiferensteinkernen konnte er in den untersuchten Gesteinen nie erblickt werden; auch ist es kaum glaublich, dass so leicht zerreibliche Gebilde wie Glaukonitkörner als klastische Elemente auftreten könnten, wie Sorby anzunehmen scheint. Bei der Zersetzung liefert er braungelben Ferrit; dabei nehmen seine Körner eine concentrisch-schalige Structur an, die Geinitz schon makroskopisch beschreibt, z. B. in einem Quadersandstein von Prossen bei Schandau in der „Sächsischen Schweiz". Glaukonit fand sich nicht nur in tertiären und cretaceischen, sondern auch — freilich nicht sehr häufig — in paläozoischen Psammiten.

Carbonate.

Wie durch qualitative Analysen festgestellt wurde, sind die authigenen Carbonate der Sandsteine theils einfache, ziemlich reine Carbonate, nämlich $Ca\,CO_3$ oder $Fe\,CO_3$ oder aber Gemenge von $Ca\,CO_3$, $Fe\,CO_3$, $Mg\,CO_3$. Diese Verschiedenartigkeit der chemischen Zusammensetzung findet dann auch in der mikroskopischen Beschaffenheit der betreffenden Verbindungen deutlichen Ausdruck.

Der Kalkspath bildet oft einheitlich orientirte Partieen von ziemlich grossem Umfange. Dieselben zeigen meist eine vorzügliche Spaltbarkeit und häufig polysynthetische Verwillingung nach zwei Flächen von $-\frac{1}{2}R$. Und zwar treten hierbei nicht nur breite, sich durch das ganze Calcitkorn erstreckende Lamellen auf, sondern auch sehr häufig neben ihnen und streng parallel denselben gerichtet, ganz kurze, schmale Leistchen, auf, die ebenfalls nach zwei Flächen von $-\frac{1}{2}R$ orientirt sind. Sie stossen unter spitzem Winkel zusammen, indem gewöhnlich mehrere solcher Lamellen, meist nur bis 10, dicht nebeneinander und genau untereinander parallel sich versammeln. Ihre Länge beträgt 0,0025 — 0,004, selten bis 0,01, ihre Dicke fast nie mehr als 0,001 mm. Sie treten in jenen winkelartigen Haufwerken meist zahlreich verstreut im Kalkspath auf und verleihen demselben im polarisirten Licht ein geflecktes Aussehen. Sehr gut sind sie z. B. in dem sog. „krystallisirten Sandstein" von Fontainebleau zu beobachten.

Im polarisirten Licht geben sich auch die kleinsten Kalk-

spaththeilchen leicht zu erkennen, indem sie in einem hellen Grauweiss aufleuchten, während ihre Ränder, durch das Eingreifen in die gefurchte Oberfläche der klastischen Körner vielfach zerschlitzt, bunte Säume tragen. Sehr häufig enthält der Calcit zahlreiche kleine Flüssigkeitseinschlüsse, die im Verein mit dem oft in reichlicher Menge eingeschlossenen klastischen Staube dann ihrem Wirthe ein trübes Aussehen verleihen. Vielfach finden sich im Cäment oder in Hohlräumen klastischer Gemengtheile der psammitischen Gesteine, bald nur vereinzelt, bald in reichlicher Menge verstreut oder zu kleinen Häufchen versammelt, farblose oder ganz schwach gelbgrüne, scharfe Rhomboëder von Kalkspath — auf deren Verbreitung in den klastischen Gesteinen Wichmann [1]) aufmerksam macht — oder Häufchen von runden Körnern desselben.

Im Gegensatz zum Kalkspath liebt es der Eisenspath nicht, in grossen Körnern aufzutreten. Er bildet Haufwerke von zahlreich versammelten gelblichen, durchsichtigen Individuen, deren Contouren theils abgerundet sind, theils durch scharf ausgebildete Rhomboëderflächen bestimmt werden. Das letztere ist der häufigere Fall; namentlich scharf begrenzt sind die einzeln auftretenden Körner. Die Eisenspathindividuen besitzen deutlich ausgeprägte rhomboëdrische Spaltbarkeit; gewöhnlich sind sie sehr arm an Einschlüssen; Zwillingsbildungen wurden in ihnen nie beobachtet. Häufig finden sich in den an Eisencarbonat reichen Gesteinen trübe, schmutzig rostbraune, aus rundlichen, nur selten scharfkantigen, meist sehr kleinen Körnchen bestehende Partieen, welche auch im polarisirten Licht schmutziggelbe Farbe beibehalten und bei keiner Stellung des Präparates dunkel werden. Man darf vielleicht annehmen, dass es der Einfluss organischer Substanz war, der hier eine scharfe Formausbildung des Eisenspathes verhinderte; die beschriebenen Haufwerke nämlich finden sich namentlich in carbonischen und dyassischen, an organischer Substanz reichen Sandsteinen mit Eisencarbonatcäment.

Ausser den jetzt beschriebenen Körnern von Kalk- und Eisenspath finden sich im Cäment der Sandsteine — bisweilen dasselbe ganz zusammensetzend — noch andere Carbonatmassen, meist farblos oder von schwach gelblicher Farbe, die weder eine Spur von Spaltungslinien, noch eine solche von Zwillingsbildung erkennen lassen. Ob nun diese im polarisirten Licht meist in mehrere verschieden orientirte Körner zerfallenden Massen Mischungen verschiedener Carbonate sind, oder ob von den Theilkörnern das eine aus $(Ca, Fe)\,CO_3$, das

[1]) Mikrosk. Untersuchungen über die Gesteine des rechtsrheinischen Taunus; Verh. d. naturf. Vereins d. Rheinlande Bd. XXXIV.

andere aus (Mg, Fe) CO_3 besteht, — denn die Analyse weist fast stets in solchen Gesteinen diese drei Carbonate neben einander auf, das ist hier ebenso schwer zu entscheiden, wie beim Dolomit. Zu erwähnen ist noch, dass Carbonate, die $FeCO_3$ enthalten, in Folge partieller Zersetzung sehr häufig Ferrit ausscheiden.

„Thonige" Substanzen.

Dieselben stellen, bei starker Vergrösserung betrachtet, ein Haufwerk farbloser, äusserst winziger, unregelmässig begrenzter Schüppchen dar; bei Zuhülfenahme eines drehbaren Objecttisches und Anwendung einer Quarzplatte, welche im polarisirten Licht ein empfindliches Roth giebt, erweisen sie sich als schwach doppelbrechend. Diese ihre schwache Reactionsfähigkeit gegen polarisirtes Licht mag denn wohl auch der Grund davon sein, dass in manchen klastischen Gesteinen amorphe Massen verborgen geglaubt wurden, welche solche in der That nicht enthalten. In Fuchsinlösung gebracht, imbibiren sich die thonigen Massen rasch mit dem Farbstoff und halten ihn hartnäckig fest, ein neuer Beweis für ihre feinschuppige Structur. Kochende Salzsäure wirkt nicht auf sie ein.

Die Frage nach der Natur und der Entstehung der thonigen Massen ist wegen der Kleinheit ihrer Elemente nur schwierig zu entscheiden; man darf jedoch vielleicht vermuthen, dass sie das in situ gebildete Endproduct der totalen Zersetzung von Feldspathen sind, und dem Kaolin oder dem Glimmer nahe stehen.

Mikrovermiculit.

Mit diesem Namen hat E. E. Schmid [1]) „gekrümmte, breite, unzweifelhaft sechsseitige, mit sehr zahlreichen, meist etwas welligen, Querstreifen versehene, farblose, trübe Prismen" bezeichnet. Ihre Doppelbrechung ist deutlich, wenn auch ihre Farben im polarisirten Licht nur matt sind. „Sie gehören nicht zu denjenigen Silicaten, welche durch Salzsäure leicht zersetzt werden." Der hier im Auszuge wiedergegebenen Beschreibung Schmid's ist nur noch hinzuzufügen, dass die vom Verfasser beobachteten Mikrovermiculite, die er mit einem im Besitze des Herrn Zirkel befindlichen Originalpräparate Schmid's zu vergleichen Gelegenheit hatte, sehr oft ganz klar waren. Die Formen der oft ganz ebenso wie Helminth gekrümmten Prismen scheinen auf rhombische Gestalten zu deuten. Nicht selten

[1]) Die Kaoline des Thüringer Buntsandsteins; diese Zeitschrift 1876. pag. 94.

konnten auch Blättchen beobachtet werden, die ganz dieselben Eigenschaften zur Schau trugen, wie Spaltungslamellen des Mikrovermiculites, die jedoch zu verworren schuppigen Aggregaten versammelt waren. Diese wie die eigentlichen Mikrovermiculite werden durch Fuchsin intensiv geröthet. Der Mikrovermiculit fand sich in zahlreichen Individuen in zwei Zwickauer Kohlensandsteinen mit Calcitcäment, und zwar in geringen Mengen, dafür aber weit verbreitet, in Sandsteinen mit „ergänzendem" Kieselsäurecäment.

Eisenerze.

Schon bei Besprechung der allothigenen Eisenerze ward die Schwierigkeit ihrer Unterscheidung von den authigenen hervorgehoben. In einigen Fällen jedoch kann man die authigene Entstehung solcher Gebilde mit Sicherheit aus ihrem ganzen Habitus erschliessen.

Der Eisenglanz findet sich nicht gerade selten in Gestalt der bekannten orangefarbenen, schön contourirten Tafeln im Cäment oder in den Hohlräumen klastischer Elemente. Gewisse opake Körner, die im auffallenden Lichte schön goldroth schimmern und feinschuppige Zusammensetzung erkennen lassen, dürften wohl als Eisenglimmer anzusprechen sein. Andere opake Massen, theils rundlich, theils scharf und geraflächig contourirt, bisweilen anscheinend von regulären Formen, gehören wohl theils zum Eisenglanz, theils zum Magnetit.

Ziemlich häufig findet sich authigener Pyrit, bisweilen in beträchtlicher Menge, vor. Seine opaken Körner besitzen im auffallenden Lichte einen schönen messinggelben Metallglanz, und lassen oft die zierlichsten Krystallformen erkennen.

In vielen Fällen sind die hier aufgezählten Eisenerze einer mehr oder weniger weit fortgeschrittenen Zersetzung anheimgefallen, bei der sich um das opake Korn ein Hof von schmutziggelbem Ferrit, welcher meist auch noch in die Nachbarschaft infiltrirt worden ist, gebildet hat. Ein grosser Theil des in den Psammiten vorhandenen Ferrites ist wohl so, wie Gümbel (l. c. pag. 266) richtig bemerkt, auf secundärem Wege aus authigenem Pyrit oder Eisenglanz entstanden.

Rutilnädelchen.

Die kleinen, braungelben, bisweilen knieförmig verzwillingten Rutilnädelchen, die man so weit verbreitet in den Thonschiefern findet, sind auch in den Psammiten durchaus nicht seltene Gäste. Indessen wird ein Theil derselben wohl kaum als authigen zu betrachten sein, sondern von zerstörten Thonschiefern hergeleitet werden müssen, namentlich in den-

jenigen Sandsteinen, die zahlreiche Thonschieferbröckchen, welche früher irrthümlicherweise bisweilen als authigenes Cäment der betreffenden Gesteine betrachtet wurden, enthalten.

Eine sichere Entscheidung über die allothigene oder authigene Natur eines solchen Rutilnädelchens wird leider durch die Kleinheit dieser Gebilde vereitelt.

III. Cäment.

Wenn wir die klastischen Elemente der psammitischen Gesteine hinsichtlich ihrer Grösse vergleichen, so können wir von diesem Gesichtspunkte aus zwei Arten der letzteren unterscheiden. Auf der einen Seite stehen diejenigen, bei welchen sich keine auffälligen Unterschiede in den Dimensionen der einzelnen Körner geltend machen, während ihnen gegenüber diejenigen Sandsteine sich befinden, in welchen sich ein scharfer Gegensatz zwischen grösseren und kleineren Körnern constatiren lässt. Obwohl nun in den meisten der hierher gehörenden Sandsteine auch Körner von mittlerer Grösse vorhanden sind, so pflegt doch jener scharfe Gegensatz, den schon Kalkowsky [1]) treffend betont, hierdurch nicht verwischt zu werden. Auch in dem gegenseitigen Verhalten der allothigenen und der authigenen Elemente sind jene beiden Gesteinsgruppen verschieden. In den gleichkörnigen Psammiten von mittlerer Korngrösse verhalten sich die allothigenen Körner völlig passiv gegenüber den sie verkittenden authigenen Substanzen — meist Kieselsäure oder Carbonate; in den ungleichkörnigen Psammiten jedoch tritt der Gegensatz zwischen grösseren und kleineren klastischen Körnern auch dadurch noch besonders hervor, dass die letzteren gewissermaassen aus ihrer Inactivität heraustreten und ein engeres Verbandverhältniss mit der authigenen Substanz eingehen, so dass sie trotz ihrer klastischen Natur dennoch als Gemengtheile des Cämentes betrachtet werden müssen. In solchen Gesteinen nämlich kann man das Cäment gewissermaassen dem Mörtel des Maurers vergleichen. Die Bausteine, welche durch diesen zusammengehalten werden, entsprechen den grösseren klastischen Körnern, der dem Mörtel beigemengte Sand den kleineren, der Kalk der authigenen Substanz. Und in der That bietet, wie die Betrachtung eines alten Mörtels von der Burgruine Rohnau bei Zittau i. S. lehrte, der Mörtel ein Bild dar, welches dem eines Sandsteines mit Carbonatcäment zum Verwechseln ähnlich ist. Der Sand giebt einer-

[1]) Kalkowsky. Ueber den Glimmertrapp von Metzdorf; N. Jahrb. 1875., Sep.-Abdruck pag. 10.

seits der Kalkmasse mehr Festigkeit, andererseits spart er eine gewisse Menge von Kalk; ebenso bieten die kleinen klastischen Körner — namentlich Quarzsplitterchen — den authigenen Elementen der psammitischen Gesteine bei ihrer Ausscheidung zahlreiche Stützpunkte dar, erhöhen die Festigkeit des Cämentes und helfen die Zwischenräume zwischen den grösseren klastischen Körnern mit ausfüllen.

Aber nicht allein in der Function des Sandes im Mörtel finden sich klastische Elemente im Sandsteincäment, sondern auch, indem sie durch mechanische Bearbeitung und ihre eigene Nachgiebigkeit dazu befähigt, selbst klastische Körner fixiren helfen. Es sind dies Fragmente von Glimmer und von weichen, schiefrigen Gesteinen, deren Wirksamkeit noch weiter unten besprochen werden soll.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über das Cäment mögen nunmehr die Haupttypen desselben einer kurzen Schilderung unterworfen werden.

„Ergänzendes" Kieselsäure-Cäment.

Knop [1]) scheint der erste gewesen zu sein, der darauf hinwies, dass die Körner gewisser Quarzsande auf ihrer Oberfläche Abscheidungen farbloser krystallisirter Kieselsäure tragen, welche das rundliche klastische Korn zu einem vollständigen Krystall zu ergänzen strebt. Dann beschreibt Törnebohm [2]) aus gewissen „Quarziten" die Erscheinung, dass diejenigen Cämentpartieen, welche sich zwischen zwei klastischen Quarzen befinden, im polarisirten Licht in zwei Theile zerfallen, von denen jeder die Farbe des benachbarten Quarzes trägt. Später wurden diese Auflagerungen neugebildeter Kieselsäure von Bonney [3]), Sorby und Phillips (l. c.) in verschiedenen Sandsteinen aufgefunden und untersucht; die folgenden Bemerkungen geben kurz den Inhalt der Beobachtungen jener Forscher und der eigenen wieder.

Zum Studium der Beschaffenheit und der Bildungsweise des „ergänzenden" Kieselsäure-Cämentes — mit welchem Namen es im Folgenden bezeichnet werden mag — eignet sich wohl kein Gestein besser als der sogen. „krystallisirte" Sandstein von Marienschloss in der Wetterau, obwohl gerade in diesem Gestein Anger (l. c. pag. 158 u. 174) die Anwesenheit authigener Kieselsäure völlig übersehen hat. Es ist dies

[1]) Ueber Kieselsäure-Abscheidungen, N. Jahrbuch 1874. pag. 281 ff.
[2]) Ein Beitrag zur Frage der Quarzitbildung, N. Jahrbuch 1877. pag. 210.
[3]) Quarterly journ. of the geol. soc. of London, XXXV. pag. 666, XXXVI. pag. 106.

ein mittelkörniger Sandstein von gelber Farbe, der sehr leicht in seine einzelnen Körner zerfällt. Bettet man diese in Glyceringelatine ein, so sieht man, wie die meist stark gerundeten Quarzkörner, welche fast ausschliesslich das Gestein zusammensetzen, und auf ihrer Oberfläche eine dünne, unregelmässig vertheilte Schicht von gelbem Ferrit besitzen, einen Ueberzug von völlig farbloser Kieselsäure tragen, welche genau so orientirt ist, wie das von ihr umgebene Korn. Die Contouren der neuen Quarzsubstanz sind sehr mannichfaltig; fast an jedem Korn aber tritt die Tendenz der authigenen Kieselsäure hervor, die Wunden und Substanzverluste, welche demselben auf seinem Transport zugefügt worden sind, auszuheilen und zu compensiren und es so zu einem vollständigen Krystall zu ergänzen. So sieht man denn fast auf allen Körnern Pyramiden, oft mehrere parallel nebeneinander, und Prismen — letztere seltener — aufgesetzt. Ausserdem aber enthält die farblose Quarzhülle oft zahlreiche, dicht nebeneinanderliegende, durch die Spitzen der auf benachbarten Körnern befindlichen Krystalle hervorgebrachte Eindrücke, welche beim ersten Anblick im Beschauer die Meinung erzeugen können, als würde das betreffende Korn morgensternartig nach allen Seiten von Pyramiden bedeckt, während dort in der That jene scheinbaren Pyramiden nur Ausfüllungen von Hohlräumen darstellen, die sich zwischen mehreren parallelen Pyramiden eines benachbarten Quarzkornes befanden. Manche Quarze zeigen auch solche Umhüllungen, welche darauf hindeuten, dass die neugebildeten Quarzmäntel sich gegenseitig polygonal abplatteten. Sehr häufig lässt die authigene Quarzsubstanz parallel den Umrissen des klastischen Kornes eine feine Streifung erkennen, welche ihre successive Ablagerung beweist.

Während nun in dem Gestein von Marienschloss und in manchen anderen die Kieselsäuredeposition nicht so weit fortgeschritten ist, dass durch innigste Berührung aller neugebildeten Quarzhüllen ein festes Gestein gebildet wurde, besitzen andere Sandsteine mit „ergänzendem“ Kieselsäurecäment eine bedeutende Festigkeit. Im Dünnschliff solcher Gesteine sieht man dann die einzelnen Cämentpartieen bald durch regelmässige, Krystalldurchschnitten entsprechende, bald durch unregelmässige Contouren gegen einander abgegrenzt. Auch die feine Streifung des Cämentes ist meist gut erkennbar. Bisweilen findet man förmliche Krystalldrusen, deren Wandungen natürlich mehreren Cämentpartieen angehören. Bei solchen Quarzen, welche aus mehreren Individuen bestehen, ergänzt das Cäment die am Rande gelegenen. Die Umrisse dieser einzelnen Cämenttheile ähneln dann denen der Theilindividuen des klastischen Kornes, und sind wellig und gebuchtet wie letztere.

Um klastische Körner, die nicht aus Quarz bestehen, lagert sich authigener Quarz nie ab. Dieselben werden vielmehr durch die von den benachbarten Quarzen heranwachsenden Quarzmassen eingekeilt und festgehalten. Wie schon erwähnt, gelang es nie, im „ergänzenden" Quarz-Cäment Flüssigkeitseinschlüsse zu finden. Dagegen enthält es nicht selten Mikrovermiculit (Rothliegender Sandstein, Mansfeld), Glimmerschüppchen, Kalkspathrhomboëder (Blättersandstein, Grindel bei Butzbach, Hessen) und klastischen Staub. Der letztere fand sich jedoch nie in grossen Mengen, so dass das „ergänzende" Quarz-Cäment fast stets den Eindruck einer „ideal reinen Substanz" hervorruft. Jedoch sieht man an den Grenzen der klastischen Körner. bisweilen auch im Cäment selbst, allerlei ferritische Massen, theils allothigen, theils authigen (schwarzer Blättersandstein, Münzenberg, Hessen) ausgeschieden; solche Massen können begreiflicherweise nie im Innern des klastischen Kornes — ausser auf Spalten — in gleicher Weise vorhanden sein und heben so die Contouren desselben deutlich hervor. Obwohl in einigen Gesteinen (Rothliegender Sandstein, Mansfeld; Keupersandstein, Weiler, Baden) dicke Ferritlagen um die klastischen Quarze herum auftreten, haben dieselben doch nicht die Abscheidung authigener Kieselsäure zu verhindern vermocht, trotzdem dass, wie Phillips (l. c.) hervorhebt, die authigene Quarzsubstanz nur an solchen Stellen sich an das allothigene Korn zu heften vermag, die von fremder Substand völlig frei sind.

Als Analoga zu den Ablagerungen authigener „ergänzender" Kieselsäure auf klastischen Quarzen sind Neubildungen von Feldspathsubstanz über klatischen Feldspathen und solche von Calciumcarbonat über Kalksteinfragmenten aufzufassen.

Ein Keupersandstein von Kirnwestheim in Baden enthält unter seinen klastischen Elementen zahlreiche Feldspathe, die nur zum geringeren Theile zum Plagioklas gehören, und meist schon stark zersetzt sind. Ein grosser Theil dieser Feldspathe nun trägt eine mehr oder weniger dicke, bisweilen nur partielle Umhüllung von authigener, farbloser Feldspathsubstanz, die sich von dem klastischen Kern, der auf seiner Oberfläche gewöhnlich klastischen Staub zu tragen pflegt, recht gut abhebt. Sie ist optisch genau so orientirt wie das letztere, und in ihr setzten sich da, wo sie einen Plagioklas umgiebt, die Zwillingslamellen desselben weiter fort, ebenso wie die Spaltungssprünge völlig ungestört aus der allothigenen in die authigene Feldspathsubstanz verlaufen.

Authigenes, „ergänzendes" Calciumcarbonat hat sich in zwei „Grauwacken" aus dem Fichtelgebirge (Bornstein, Stadt Steinach und Tissinitz) ausgeschieden. Es zeichnet sich vor

dem — oft in grossen Körnern erscheinenden — klastischen Kalkspath, dessen klastische Contour deutlich zu verfolgen ist, durch Reinheit der Substanz aus und enthält die Fortsetzung der Zwillingslamellen und Spaltungssprünge des letzteren. Bei denjenigen Körnern, die aus zahlreichen Theilindividuen bestehen, ergänzt ein Theil des authigenen Kalkspathes die randlich gelegenen Theilkörner des klastischen Kornes, ein anderer hat sich selbstständig orientirt.

Die Gesteine, in denen der Verfasser „ergänzende" Kieselsäure als vorwiegendes Cäment erkannte, sind folgende:

„Krystallisirter" Sandstein von Marienschloss in der Wetterau.

Tertiärsandsteine aus dem Mainzer Becken (Münzenberg, Grindel bei Butzbach etc.).

Quarzsandsteine aus der Umgegend von Zittau (Olbersdorf, Jonsdorf, Töpfer etc.). Klastisch fast nur Quarze von verschiedenen Ausbildungsweisen; neben ihnen nur ganz vereinzelte Körner von Zirkon, Rutil und Turmalin.

Kohlensandstein (Gannister) aus der Gegend von Sheffield.

Arkose von Montpeyrous bei Coudes in der Auvergne. Klastisch viel Feldspath; auch Biotit reichlich vorhanden.

Unterer Quadersandstein von Welschhufe bei Dresden. Enthält klastische Granaten.

Keupersandstein von Weiler und von Kirnwestheim in Baden. Unter den allothigenen Elementen des letzteren findet sich neben Quarz und Feldspath Muscovit, Biotit und Viridit in reichlicher Menge; ebenso enthält das Gestein zahlreiche Fragmente von Lydit und Thonschiefer. Auch Zirkon, Rutil, Turmalin, Granat und Titanit sind in relativ bedeutender Quantität vorhanden.

Rothliegender Sandstein von Mansfeld und von Werdau bei Zwickau (conglomeratartig).

Silurischer „Quarzit" vom Colmberg bei Oschatz.

Selbstständig orientirtes Quarzcäment.

Theils für sich allein, theils in Verbindung mit dem „ergänzenden" Cäment tritt die Kieselsäure in Form eines Aggregates selbstständig orientirter Quarzindividuen als Sandsteinbindemittel ziemlich häufig auf. Diese Quarze zeigen nur selten geradlinige Contouren, sind jedoch durch die innige Art ihrer gegenseitigen Verwachsung, wie überhaupt durch ihr ganzes Aussehen leicht von den klastischen zu unterscheiden. Die Dimensionen der einzelnen Individuen sind in vielen Fällen nur geringe. In denjenigen Sandsteinen jedoch, die fast ausschliesslich aus Quarzkörnern vom Durchmesser grosser Sandkörner bestehen (z. B. in einzelnen Quadersandsteinen aus der

Gegend von Zittau) und in denen deshalb ursprünglich zwischen den einzelnen klastischen Körnern ziemlich grosse Zwischenräume vorhanden waren, scheinen letztere auch die Bildung grösserer Quarzkörner im Cäment begünstigt zu haben. Namentlich die feinkörnigen Quarzaggregate sind nur selten frei von fremden Beimengungen, Glimmerschüppchen, Rutilnädelchen, Eisenerzen, thoniger Substanz etc. Sobald nun aber derartige fremde Elemente nicht mehr in der Minorität bleiben, sehen wir neue, weiter unten zu erwähnende Cämenttypen entstehen. Im Gegensatz zu dem „ergänzenden" Quarzcäment führt das jetzt in Rede stehende, namentlich dann, wenn seine Individuen zu kleinen Dimensionen herabsinken, relativ grosse, dunkel umrandete Flüssigkeitseinschlüsse, in denen sich jedoch eine Libelle nur selten beobachten liess.

Wo das selbstständig orientirte Quarzcäment zusammen mit dem „ergänzenden" auftritt, geschieht dies theils so, dass diese beiden Typen local getrennt sind, theils so, dass ersteres zwischen Partieen des letzteren, und mit diesen in unregelmässigen Contouren verwachsen, sich ausgeschieden hat (z. B. in der Arkose von Montpeyrous bei Coudes).

Eine dominirende Stellung nimmt das hier beschriebene Cäment ein in folgenden Psammiten:

„Quarzit" von Bofetto in Brasilien. Enthält viel allothigene Muscovite, die jedoch z. Th. in der Prismenzone noch gut erhaltene Krystallcontouren zeigen.

Sandstein (rothliegend) vom Beckerschacht bei der „goldnen Höhe", in der Nähe von Dresden. Ein stark zersetztes Gestein, das unter seinen klastischen Elementen viel Feldspath, Muscovit, Biotit, Viridit enthält. Auch führt es ziemlich reichlich Fragmente von Porphyrgrundmasse; die klastischen Quarze sind durch scharfe dihexaëdrische Glaseinschlüsse und ziemlich gut erhaltene dihexaëdrische Umrisse als frühere Gemengtheile von Porphyren genügend charakterisirt.

Kohlensandsteine von Zscherlowitz in Böhmen und von der Grube Hoffnung bei Zwickau.

Glimmer- und Quarz-Glimmer-Cäment.

Die Art und Weise, in der oben die beschriebenen Glimmer und glimmerähnlichen Mineralien entweder ohne fremde Beimengung, oder zu mehreren vergesellschaftet, oder endlich in Verbindung mit authigenem oder allothigenem Quarz sich als Cämentbildner ausgeschieden haben, ist sehr mannichfaltig. Dennoch kann man sehr wohl 4 verschiedene Subtypen des

Quarzglimmercämentes aufstellen, die sich recht häufig in charakteristischer Ausbildungsweise vorfinden:

a. Das Cäment ist ein regellos struirtes Gemenge von authigenem Quarz und authigenem Glimmer. Der Quarz, wenn auch nicht überall gleichmässig vertheilt, ist doch wesentlich. Die Dimensionen der einzelnen Quarz- und Glimmerindividuen, ebenso wie ihre gegenseitige Anordnung, sind hierbei noch mancherlei Variationen unterworfen.

Wenn die Grössenverhältnisse beider Mineralien nur geringe sind, so finden wir sie auf's Innigste mit einander verwachsen, und so durcheinander gewoben, dass man in vielen Fällen ohne Weiteres nicht sicher angeben kann, ob ein gewisses Korn des fraglichen Gemenges zum Quarz oder zum Glimmer zu rechnen ist. Häufig gesellen sich demselben kleine braune Mikrolithen (Rutil) und Ferritkörnchen, bisweilen auch reichliche Mengen klastischen Staubes zu.

In anderen Sandsteinen finden wir das Gemenge von Quarz und Glimmer aus grösseren Individuen beider Mineralien zusammengesetzt. Dann sehen wir nicht selten, wie der Quarz nesterartige Haufwerke bildet, deren Körner mit buchtigen Contouren innig in einander verflösst sind, während der Glimmer wiederum fleckenartige, aus zahlreichen, gleichfalls unregelmässig begrenzten Lamellen zusammengesetzte Haufwerke darstellt. Gesteine mit einem solchen Cäment pflegen dann auch ein geflecktes Aussehen zu besitzen.

Oft tritt einer der beiden Gemengtheile dieses Cämentes bedeutend zurück. Dann findet man nicht selten in dem Aggregate buchtig umrandeter Quarzkörner die mehr vereinzelt auftretenden Glimmertafeln ziemlich regelmässig begrenzt — namentlich beim Biotit, während auf der anderen Seite der Quarz da, wo er, an Menge gegen den oft ziemlich grosse Tafeln bildenden Glimmer zurücktretend, diesen förmlich durchspickt, seine gesetzmässige Gestalt mehr zur Geltung zu bringen vermag.

Repräsentanten des hier beschriebenen Cämenttypus sind folgende Gesteine:

Silurische „Grauwacken" aus der Umgegend von Leipzig (Plagwitz im Heine'schen Canal, Gross- und Kleinzschocher etc.). Der Glimmer des Cämentes, das bisweilen Hinneigung zu der unter c. zu beschreibenden Structur zeigt, ist meist Muscovit in ziemlich grossen Tafeln.

„Grauwacken" von Camenz in Sachsen. Hier überwiegt im Cäment der Biotit entschieden den Muscovit. Hier und da fanden sich Salitnädelchen im Cäment. Als klastische

Elemente führten manche Gesteine dieser Gruppe ziemlich viel Apatit und auch Titanit und Granat. An Titaneisen waren alle recht arm. Einige der hierher gehörenden „Grauwacken" enthielten überhaupt nur sehr wenige klastische Elemente.

Ludlow Rock, Llandeilo. Authigen viel Eisenglanz.

Alsenbergquarzit, Heinersreut im Fichtelgebirge.

b. Das Cäment wird durch Glimmerlamellen gebildet, welche sich zu wirren Aggregaten versammeln, oder die klastischen Körner umschmiegen. Der Quarz hat hier nur untergeordnete Bedeutung und ist oft grossentheils allothigen. In gleichkörnigen Sandsteinen tritt der Glimmer, namentlich der Muscovit sowie andere helle gelbliche oder grünliche Glimmermineralien meist in Gestalt dünner Lamellen auf, welche die klastischen Körner innig umschmiegen. Die Glimmerblättchen zeigen hierbei durch die Gestalt der klastischen Körner bedingte sanfte Biegungen, aber niemals scharfe Knickungen oder gar Zerbrechungen. Grössere Zwischenräume zwischen den klastischen Körnern werden häufig durch feinschuppige Aggregate derselben Glimmerlamellen oder durch andere Cämentbildner ausgefüllt. Diejenigen Lamellen, welche schmale Spalten zwischen zwei nahe benachbarten klastischen Körnern ausfüllen, erweisen sich im polarisirten Licht bisweilen aus zahlreichen, sehr dünnen Theillamellchen zusammengesetzt, während sie im gewöhnlichen Lichte nur aus einem Individuum zu bestehen scheinen.

Wo neben den grösseren klastischen Körnern noch zahlreiche feinste Splitterchen (namentlich solche von Quarz) auftreten, da sinken auch die Glimmerlamellen zu grosser Feinheit herab; hier tritt dann der Fall ein, dass jene kleinen Quarzsplitterchen, die ihre allothigene Natur auf's Deutlichste dadurch zu erkennen geben, dass sie nie ein Glimmerblättchen einschliessen, so innig mit jenen feinen Glimmerlamellen vermengt erscheinen, dass man sie als Bestandtheile des Cämentes auffassen darf. Durch diese innige Vermengung mit dem Glimmer treten sie in einen wohl bemerkbaren Gegensatz zu den grösseren klastischen Körnern und vertreten hier, indem sie dem sonst wenig widerstandsfähigen Aggregat der Glimmerlamellchen Festigkeit verleihen, die Stelle des authigenen Quarzes.

Folgende Gesteine liessen die hier geschilderten Verhältnisse deutlich erkennen:

„Grauwacken" aus dem Harz (Wernigerode, Bohrethal, Innerstethal etc.). Der Cäment dieser Psammite ist reich an Viridit und Carbonaten. Unter den klastischen

Elementen spielt der Feldspath eine grosse Rolle. Apatit ist in ihnen ziemlich häufig, seltener Granat. Einzelne Gesteine dieser Gruppe enthielten viel Biotit, namentlich eine „Grauwacke“ vom Bauernberg bei Clausthal. Fragmente von Lydit, Thonschiefer und anderen sedimentären Gesteinen sind hier weit verbreitet. Auch finden sich nicht selten andere „Grauwacken“ als kleine Gerölle vor.

Spiriferensandsteine (Gerolstein i. d. Eifel, Grube Schalke und Grube Dorothea i. Harz).

Silursandstein von Holmestrand, Norwegen. Der Cämentglimmer dieses Gesteins ist durch den in reichlicher Menge vorhandenen Kalkspath häufig in seiner Ausbildung beeinflusst worden, so dass er oft Gestalten bildet, welche Theilen des Musters „à la grecque“ ähnlich sehen. Klastisch ist neben viel Feldspath auch ziemlich viel Apatit.

„Grauwacke“, St. Padarn-Kirche bei Llanberis, Wales. Im Cäment viele authigene Calcitrhomboëder; klastisch viel Turmalin.

„Grauwacke“, Sierra de Moncayo, Spanien. Führt zahlreiche Thonschieferfragmente.

„Silurgrauwacke“, Marcus Reinhard-Stollen bei Bräunsdorf.

„Grauwacken“ (devonisch), Giessen.

Oldredsandstone, Frudhrug S.-Wales.

Döbrasandsteine (devonisch) aus dem Fichtelgebirge. Enthalten z. Th. viel authigenen Calcit.

Silursandstein von Altengebirg in Ungarn.

„Quarzit (cambrisch), Eppenreut im Fichtelgebirge.

„Nagelflue“, Sirone, Prov. Como, Italien. Ein conglomeratartiges Gestein, das viele Kalksteinfragmente führt.

c. Das Cäment besteht aus bündelförmigen Aggregaten parallel gelagerter, langgestreckter Glimmerlamellen; authigener Quarz ist bald vorhanden, bald fehlt er; allothigener Quarz ist hier ohne Bedeutung für das Cäment. Die einzelnen, meist hellfarbigen Glimmerlamellen — welche grossentheils zum Muscovit, z. Th. wohl auch zum Sericit und nur seltener zum Biotit gehören — sind stark nach der Verticalaxe zusammengedrückt und zeigen parallel oP starke Verlängerung nach einer der Horizontalaxen, sowie sehr unregelmässige Contouren. Sie drängen sich mit ihren Enden in die Vertiefungen der klastischen Körner und verhindern hierdurch sowie durch ihre enge Verwachsung untereinander eine Verschiebung jener. Sie scheinen im Allgemeinen bestrebt, zu parallelstrahligen, bündelförmigen Aggregaten zusammenzutreten, die wiederum untereinander nach Parallelismus streben, hieran jedoch in vielen

Fällen durch die Lage und Gestalt der klastischen Körner verhindert werden. Wo neben ihnen authigener Quarz vorhanden ist, da bietet er den Anblick dar, als ob er nach der Ausscheidung des Glimmers das ganze Gewebe desselben innig durchtränkt habe.

Dieser sehr gut charakterisirte Cämenttypus findet sich recht häufig vor; der Verfasser beobachtete ihn in folgenden Gesteinen:

„Grauwacken" vom Colmberge bei Oschatz und von Zschöllan daselbst. Einzelne dieser Gesteine führen authigenen Turmalin. Unter den klastischen Elementen findet sich ab und zu auch Titanit.
„Grauwacke" (untersilurisch), Rottluf bei Chemnitz.
„Grauwacken" aus dem sächsischen Voigtlande.
„Grauwacken" aus dem Fichtelgebirge.
Millstone grit, Killarney, Irland.
Cambrian, Brayhead bei Dublin
„Grauwacke", Herrengrund in Ungarn.
„Grauwacke", Lischwitz.
„Grauwacke", Braunsdorf.

d. Das Cäment besteht aus Glimmerlamellen, welche radial um die klastischen Körner angeordnet sind. Von der Betheiligung des Quarzes gilt das unter c. Gesagte, ebenso von der Gestalt der Glimmerlamellen. Diese Ausbildungsweise des Cämentes scheint jedoch nur wenig verbreitet zu sein. Unter den durch den Verfasser untersuchten Gesteinen enthielten dasselbe nur einige „Grauwacken" von Elsterberg und Coschütz im sächsischen Voigtlande, sowie eine silurische „Grauwacke" von Planitz bei Zwickau.

Carbonatcäment.

Besteht dasselbe vorherrschend aus Calciumcarbonat, so bildet es oft Partieen von der Grösse mehrerer Kubikcentimeter, welche durchaus einheitliche Orientirung zeigen. In vielen Fällen zerfallen jedoch selbst die Cämenttheile, welche den Zwischenraum zwischen mehreren eng benachbarten klastischen Körnern ausfüllen, im polarisirten Licht in eine Anzahl verschieden orientirter, unregelmässig begrenzter Körner. Die Behauptung Anger's (l. c. pag. 173), der Eisenglanz sei ein steter oder doch wenigstens häufiger Begleiter des Kalkspathcämentes, kann der Verfasser durchaus nicht bestätigen.

Vom Eisenspath ward schon oben erwähnt, dass er nicht in grossen Individuen auftritt, sondern sich in zahlreichen,

meist scharf begrenzten und dicht versammelten Körnern ausgeschieden hat.

Häufig besteht das Carbonatcäment aus Bestandtheilen von sehr verschiedenem Habitus, grossen, farblosen, einheitlich orientirten Körnern mit guter Spaltbarkeit und deutlich erkennbarer Zwillingsbildung, aus farblosen oder trüben Körnern ohne Spaltungssprünge und ohne interponirte Zwillingslamellen oder mit solchen, aus zahlreich versammelten oder vereinzelten Körnern oder scharfen Rhomboëdern von Calcit oder Eisenspath etc.

Gern treten die Carbonate in Combination mit anderen Cämentbildnern. Namentlich findet sich häufig Kalkspath im Glimmer-Quarz-Cäment in unregelmässigen Körnern oder in scharfen Rhomboëdern, oft freilich nur in geringer Menge.

Diejenigen Gesteine, in welchen das Carbonatcäment vorherrscht, sind häufig schon äusserlich durch einen gewissen Glanz ausgezeichnet und besitzen meist eine bedeutende Festigkeit.

Carbonate enthielten aus der Reihe den vom Verfasser untersuchten Gesteine folgende als vorwaltendes Bindemittel:

Carbonische und dyassische Sandsteine von Zwickau und Umgegend. Authigen sehr häufig Pyrit. Allothigen viel Muscovit und Thonschiefer, nicht selten auch Biotit.

Nummulitensandsteine aus der Schweiz (Habkehrenthal; Thun).

Sandstein aus der Gegend von St. Gallen (klastisch viel Granat).

„Grauwacke", Thalitter in Hessen.

„Grauwacke", Geistlicher Berg bei Herborn.

„Grauwacke", Freienohl in Westfahlen.

„Grauwacke", Llandeilo. Klastisch sehr viel Biotit, der stark gebleicht ist.

Thoniges Cäment.

Die oben als „thonige Substanz" bezeichneten Massen treten gewöhnlich in unregelmässig umgrenzten Partieen auf, und bilden häufig Einschlüsse in anderen Cämentbildnern — mit denen sie fast stets combinirt sind — oder schliessen selbst Theile der letzteren ein. Namentlich gern verbindet sich das thonige Cäment mit dem Carbonat- oder dem „ergänzenden" Quarz-Cäment. Diejenigen Gesteine, welche dasselbe in grösseren Mengen enthalten, sind wenig fest; beim Anschlagen geben sie sich durch einen eigenthümlichen Geruch zu erkennen.

Hierher sind zu rechnen verschiednne Sandsteine (Quader)

aus der Umgegend von Dresden und aus der sächsischen Schweiz, sowie mehrere Kohlensandsteine von Zwickau und ein rother Blättersandstein (tertiär) von Münzenberg in Hessen.

Glimmer- und Thonschiefer-Fragmente als Cämentbildner.

Schon bei Besprechung des klastischen Glimmers ward hervorgehoben, dass seine Lamellen bedeutende Structurveränderungen erlitten haben. Dieselbe Erscheinung zeigen sehr häufig auch Fragmente von Thonschiefern und anderen weichen schiefrigen Gesteinen, indem die feinen Schichten solcher an Glimmer reicher Gesteine aufgeblättert worden sind. Die so frei werdenden Enden der feinsten Lamellen wurden in die Vertiefungen der klastischen Körner hineingepresst und üben dort eine ganz analoge Wirkung aus, wie authigener Cämentglimmer. Auch helfen Glimmer und Thonschieferblättchen, die durch starken Druck um klastische Körner herum fest angepresst wurden und dieselben innig umschmiegen, hierdurch mit bei der Fixirung der klastischen Elemente. Selbstverständlich können jedoch ohne Mitwirkung authigener Substanzen Fragmente von Glimmer und Thonschiefer allein die Verfestigung eines klastischen Gesteins nicht zu Wege bringen. Eine schöne Erläuterung zu dem hier Gesagten bieten verschiedene der Zwickauer Kohlensandsteine dar.

Nachdem im Vorhergehenden der Versuch gemacht wurde, eine kurze Darlegung über die allgemeinen Verhältnisse der Structur und Zusammensetzung der psammitischen Gesteine zu geben, mögen hier zum Schluss noch einige genetische Bemerkungen über dieselben einen Platz finden.

Die schon bei makroskopischer Betrachtung der Psammite hervortretende Thatsache, dass die einzelnen klastischen Gemengtheile derselben augenscheinlich sehr verschiedene Bildungsstätten — wenigstens in vielen Fällen — besitzen, wird durch die mikroskopische Untersuchung nur noch mehr bestätigt. Dieselbe vermag jedoch leider wegen des Mangels an charakteristischen Eigenthümlichkeiten bei den allothigenen Elementen einen befriedigenden Aufschluss über deren Muttergesteine nur selten zu gewähren. Bessere Resultate in dieser Hinsicht wird man sich wohl häufiger durch das Studium der geologischen Verhältnisse, welche auf der Lagerstätte eines gewissen Sandsteines obwalten, versprechen dürfen.

Das quantitative Verhältniss, in welchem die einzelnen Mineralien als allothigene Gemengtheile der psammitischen Gesteine auftreten, wird auf der einen Seite durch ihre grös-

sere oder geringere Verbreitung in den primären Gesteinen, auf der anderen Seite durch ihre verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und chemische Einwirkungen, sowie durch gewisse geologische Factoren bedingt, welche bei den einzelnen Psammiten verschiedene Werthe besitzen.

So treffen wir denn Quarz als den häufigsten Gemengtheil derselben, nächstdem Feldspath und Glimmer. Turmalin, Apatit, Zirkon, Rutil, Titanit und Granat finden sich zwar weit verbreitet durch die ganze Gruppe der Sandsteine, spielen jedoch nur die Rolle accessorischer Gemengtheile in den einzelnen Gesteinen. Solche Mineralien endlich, welche leicht zersetzbar und löslich sind, wie Augit, Hornblende und Kalkspath können nur durch eine Combination von sehr günstigen Einflüssen local eine gewisse Bedeutung erlangen, während sie in den meisten Sandsteinen ganz fehlen.

Die Anordnung der klastischen Elemente in den einzelnen Gesteinen verräth deutlich den sedimentären Ursprung derselben. Ueberall finden wir die klastischen Körner so gelagert, dass sie möglichst dicht zusammengedrängt sind und so möglichst wenig Raum einnehmen. Plattige Elemente wie Glimmertafeln, Schieferblättchen haben sich parallel angeordnet und erzeugen so bisweilen eine Schieferung, die sich in solchen Psammiten, welche arm an dergleichen Elementen sind, nicht vorzufinden pflegt.

Dass bei der Ablagerung der klastischen Massen und während ihrer Verfestigung und Verkittung noch allerlei mechanische und chemische Einflüsse fortwirkten, beweisen einerseits die in situ deformirten Glimmerlamellen und die in situ zerbrochenen Turmalinsäulen, andererseits die chemischen Alterationen, die sich an einelnen klastischen Körnern, namentlich an Feldspath, Glimmer, Eisenerzen und Augit, wo solche vorhanden sind, offenbar erst nach ihrer Ablagerung vollzogen haben.

Von den authigenen Cämentmineralien scheint ein grosser Theil in wässriger Lösung von aussen herbeigeführt worden zu sein und sich innerhalb der klastischen, damals noch losen Massen durch Fällung oder Auskrystallisirung aus verdunstenden Solutionen ausgeschieden zu haben. Hierher dürften zu rechnen sein: Das „ergänzende“ Quarzcäment, das in den Sandsteinen von Quegstein vorliegende Opalcäment und ein grosser Theil des Carbonatcämentes. Ein anderer Theil jener Substanzen scheint durch Auslaugung und Wiederausscheidung aus den klastischen Elementen gewonnen zu sein, so Carbonate in Gesteinen, die reich an Kalksteinfragmenten sind, Viridit und Quarz in solchen, deren klastische Mineralien zum grossen Theil von diabasartigen Gesteinen herzurühren scheinen.

Das selbstständig orientirte Quarz-Cäment mag theils seine Substanz von aussen, theils von den klastischen Elementen, namentlich von Feldspathen bezogen haben. Nicht unwahrscheinlich klingt auch der Erklärungsversuch von Wichmann [1]), es könne sich jene Quarzsubstanz aus porodin-amorpher Kieselsäuregallert gebildet haben, welche noch vor ihrer Verfestigung unter Wasser allmählich eine moleculare Umlagerung erfuhr.

Ob man das Glimmer-Quarz-Cäment als ein Product der Ausbildung von aussen her importirter Substanzen erklären soll, oder ob man dasselbe von allerhand complicirten Zersetzungsprocessen innerhalb der klastischen Mineralien herzuleiten hat, das ist eine äusserst schwierig zu entscheidende Frage, bei deren Discussion die Anwendung grosser Vorsicht gerathen sein dürfte.

Die Gruppe der psammitischen Gesteine wird gewöhnlich in die beiden Abtheilungen der Sandsteine und der „Grauwacken" getrennt. Es ist dies jedoch eine Eintheilung, die einer streng wissenschaftlichen Grundlage entbehrt, da man im Allgemeinen nur hellfarbige, namentlich kieselige psammitische Gesteine mit dem Namen der Sandsteine, dunkelfarbige dagegen, bei denen die Quarzkörner nicht so augenscheinlich vorwalten, mit dem der „Grauwacken" belegt hat. Im Uebrigen jedoch wurde bei der Anwendung dieser beiden Namen mit grösster Willkür verfahren. In der That zeigt sich auch bei der mikroskopischen Untersuchung der psammitischen Gesteine, dass für eine Trennung derselben in Sandsteine und „Grauwacken" weder ihre klastischen noch ihre authigenen Elemente bestimmte Anhaltspunkte liefern, so dass man wohl am besten daran thun würde, mit v. Dechen [2]) den Namen „Grauwacke" als petrographische Bezeichnung ganz aufzugeben, wenn er auch wohl als geologischer terminus fortleben wird.

Bei dem immerhin nicht sehr bedeutenden Materiale, welches der Verfasser verarbeitete, steht es wohl zu erwarten, dass sich ausser den oben beschriebenen Cämenttypen noch andere auffinden lassen werden, wie man ja auch — wenn schon nur von localer Bedeutung — verschiedene andere Mineralien, wie Baryt, Gyps, Bleiglanz, Cerussit etc. als Bindemittel von Sanden kennt.

Jedenfalls verdient es die Gruppe der Sandsteine sehr wohl, dass auch ihr sich die petrographische Forschung mit

---

[1]) Ueber den Puddingstein; N. Jahrbuch 1876. pag. 907 ff.

[2]) Correspondenzblatt der Verh. d. naturhist. Vereins der preuss. Rheinl. u. Westf. 1879. pag. 50.

Liebe zuwendet, wie dies durch die oben citirten Arbeiten von Sorby, Phillips, Bonney, Gümbel, Anger u. A. schon geschehen ist. Und auf die Fülle der interessanten Probleme, die mit dem Studium dieser Gesteinsgruppe verbunden sind, sowie auf die Reichhaltigkeit an verschiedenen Structurformen, welche sie erkennen lässt, einen erneuten Hinweis auszuüben, war der Hauptzweck des Verfassers beim Niederschreiben dieser Zeilen.

Vita.

Ich, Carl Albert Gustav Klemm, wurde am 8. Juli 1858 zu Dresden geboren. Nachdem ich die Erziehungsanstalten der Directoren Kaden und Krause daselbst besucht hatte, und bis Michaelis 1874 Zögling des Gymnasiums zum heiligen Kreuz gewesen war, ging ich auf das Kgl. Gymnasium zu Dresden-Neustadt über, welches ich Ostern 1877 mit dem Maturitätszeugniss verliess. Nunmehr besuchte ich Universität Leipzig als Student der Naturwissenschaften und der Mathematik. Ich hörte Vorlesungen bei den Herren Professoren Zirkel, Credner, Leuckart, Schenk, Hankel, Kolbe, Wiedemann, His, Ludwig, Braune, Neumann, Wundt, Zöllner, Weddige, Drechsel, Mayer und Delitzsch sowie bei den Herren Docenten Kalkowsky, Chun und v. Ihering. Ich arbeitete in den Laboratorien der Herren Professoren Leuckart, Schenk, Kolbe, Hankel, namentlich in dem des Herrn Prof. Zirkel. Am 15. December 1880 bestand ich die Staatsprüfung für die Candidaten des höheren Schulamtes in der naturhistorisch-chemischen Abtheilung der mathematisch naturwissenschaftlichen Section.